

EXPLOSIONPROOF COMBUSTIBLE GAS SENSOR

Patent Number: JP2001108650
Publication date: 2001-04-20
Inventor(s): TAKEUCHI TAKAYUKI; OYAMA NAOHISA; OMICHI SHIGEKI; SATO FUMIHIKO
Applicant(s): NIPPON SOKEN INC;; TOYOTA MOTOR CORP
Requested Patent: ☐ JP2001108650
Application Number: JP19990290113 19991012
Priority Number(s):
IPC Classification: G01N27/41
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-performance explosionproof combustible gas sensor which can be used even in a combustible gas within an explosion concentration range and in which a combustible gas at the outside of the sensor is not ignited and exploded even when a flame is generated inside a cover body.

SOLUTION: A limiting current-type combustible gas detecting element 2 is held inside a cylindrical housing 1. A tip part which protrudes from the housing 1 is protected by a heat-resistant cover body 3. The cover body 3 is formed as a double structure which is composed of an inside cover 31 and an outside cover 32, and the covers are provided with ventilation holes 33, 34. The ventilation hole 34 in the outside cover 32 is formed in a prescribed hole diameter which is decided by its sheet thickness and a maximum surface temperature. A flame reducing structure in which a flame generated inside the inside cover 31 is reduced by removing heat by a wall surface when it is passed through the ventilation hole 34 is formed. Thereby, it is possible to prevent the flame from being propagated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

使用後返却願います

1 ページ

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-108650

(P2001-108650A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51) IntCl.

G 0 1 N 27/41

識別記号

F I

G 0 1 N 27/46

テマート(参考)

3 2 5 H

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-290113

(22) 出願日 平成11年10月12日 (1999. 10. 12)

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 竹内 隆之

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(74) 代理人 100067596

弁理士 伊藤 求馬

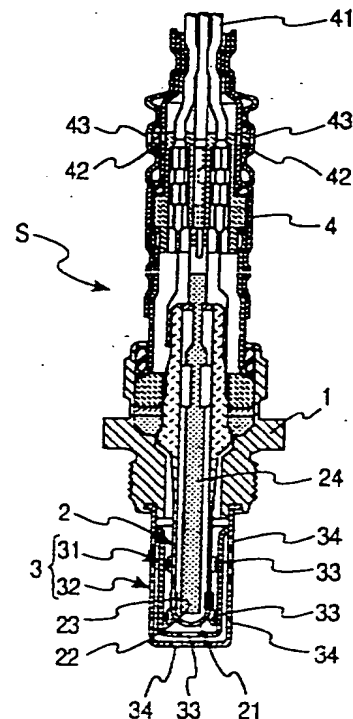
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 防爆型可燃性ガスセンサ

(57) 【要約】

【課題】 爆発濃度範囲にある可燃性ガス中でも使用でき、カバー体内で火炎を生じてセンサ外部の可燃性ガスに引火・爆発することがない、高性能な防爆型の可燃性ガスセンサを提供する。

【解決手段】 筒状ハウジング1内に、限界電流型の可燃性ガス検出素子2を保持し、ハウジング1から突出する先端部を耐熱性カバー体3で保護する。カバー体3は、内側カバー31および外側カバー32の二重構造で、それぞれ通気孔33、34を備えている。外側カバー32の通気孔34を、その板厚と最高表面温度で決まる所定の孔径とし、内側カバー31内で発生する火炎を通気孔34の通過時に壁面による奪熱で消炎させる消炎構造として、火炎伝播を防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 筒状ハウジング内に保持され、被測定ガス中の可燃性ガスを酸素と反応させた後の酸素量から可燃性ガス濃度を検出する可燃性ガス検出素子と、上記ハウジングの一端側から被測定ガス存在空間に突出する上記可燃性ガス検出素子先端部の外周囲を保護する耐熱性カバー体とを設け、上記カバー体を、通気孔を備えた内側カバーおよび外側カバーの二重構造とするとともに、上記外側カバーの通気孔を、上記内側カバー内で発生する火炎を上記通気孔の通過時に壁面による奪熱で消炎させる消炎構造となしたことを特徴とする防爆型可燃性ガスセンサ。

【請求項2】 上記可燃性ガスがガソリン蒸気またはこれと同等以下の燃焼エネルギーの可燃性ガスであり、上記外側カバーの通気孔の相当直径D (mm) が、上記外側カバーの板厚をt (mm)、最高表面温度をT (℃) とした時に、下記式

$$D \leq (1.64 \times 10^{-1}) \cdot \log t - (1.43 \times 10^{-3}) \cdot T + 1.38$$

を満足する請求項1記載の防爆型可燃性ガスセンサ。

【請求項3】 上記可燃性ガスがブタンガスまたはこれと同等以下の燃焼エネルギーの可燃性ガスであり、上記外側カバーの通気孔の相当直径D (mm) が、上記外側カバーの板厚をt (mm)、最高表面温度をT (℃) とした時に、下記式

$$D \leq (1.64 \times 10^{-1}) \cdot \log t - (1.43 \times 10^{-3}) \cdot T + 1.58$$

を満足する請求項1記載の防爆型可燃性ガスセンサ。

【請求項4】 上記可燃性ガス検出素子が、酸素イオン導電性固体電解質の表面に一对の電極を形成して、該一对の電極のうち一方を拡散抵抗手段を介して被測定ガスが導入される内部空間に露出した限界電流型の酸素センサ構造を有し、可燃性ガスの酸化反応による被測定ガス中の酸素濃度の変化から可燃性ガス濃度を検出するものである請求項1ないし3のいずれか記載の防爆型可燃性ガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、炭化水素等の可燃性ガスを広い濃度範囲で検出可能であり、しかも可燃性ガスの燃焼による熱や火災等が外部へ漏れるのを防止するための防爆型構造を備えた可燃性ガス濃度センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 燃料タンク内の燃料の蒸発により発生した可燃性ガス（燃料蒸気）を、吸着材を充填したキャニスタに一時的に吸着捕集し、内燃機関の運転時にバージして吸気系に送出する燃料蒸気処理システムが知られている。このシステムでは、吸気負圧を利用してキャニスタに大気を導入し、吸着材から燃料蒸気を脱離させてい

る。一方で、排気系に設置した空燃比センサの検出結果に基づいて内燃機関の燃料噴射量を制御する燃料噴射制御が行われており、厳しくなる排出ガス規制に対応するために、より精度よい制御を行って、排気エミッションを低減することが必要となっている。

【0003】ところが、燃料蒸気処理システムを備えた内燃機関では、バージ通路を経て燃料蒸気が吸気系に流入するために、燃焼室内の空燃比が変動する。空燃比センサは排気系に設置されて間接的に燃焼室内の空燃比を測定しており、吸気系に流入する燃料蒸気濃度も把握できないため、燃料蒸気濃度の変動によって制御精度が悪化する問題があった。

【0004】そこで、吸気系に流入される燃料蒸気濃度を直接検出し、その濃度に応じて燃料噴射量を補正することが検討されている。従来、燃料蒸気のような可燃性ガスを検出するためのセンサとしては、接触燃焼式、半導体式のガスセンサが一般的であるが、検出濃度範囲が限られ、爆発範囲内の濃度を精度良く検出できない。一方、空燃比センサに用いられる限界電流式の酸素センサは、酸素濃度を広い濃度範囲で精度よく検出可能であることから、これを応用して、可燃性ガスを酸化反応させた後の残留酸素濃度から可燃性ガスを検出することが考えられる。このセンサは、図9に示すように、筒状ハウジング61内に固体電解質を用いた限界電流式の酸素センサ素子部62を保持してなり、その先端部は二重筒状のカバー体63で保護されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、限界電流式の酸素センサを可燃性ガスの検出に用いる場合、センサ素子部62がヒータ65により約700℃の高温に加熱されるため、可燃性ガス濃度が爆発範囲内にあると、可燃性ガスが発火するおそれがある。また、カバー体63の通気孔64径は通常φ1.5～2.5mm程度であり、カバー体63内で発生した火炎は、通気孔64を容易に通過できるため、カバー体63外部の可燃性ガスに引火するおそれがあった。

【0006】なお、燃料蒸気処理システムにおいて、吸気系に可燃性ガスセンサを設けた例としては、特開平4-36056号公報に、キャニスタと吸気系の間のバージ通路に可燃性ガスセンサを設けた例があるが、これはシステムの故障診断用として設けられたものである。この場合も、素子温度が700℃程度の高温になるのは同様であるが、バージ通路へ洩れ出てくる燃料蒸気を検出するため、爆発濃度範囲（ガソリンの爆発濃度下限値（1.4%））未満で使用しており、爆発範囲内で使用されている例はない。

【0007】そこで、本発明は、爆発濃度範囲にある可燃性ガス中でも使用でき、カバー体内で火炎を生じてもセンサ外部の可燃性ガスに引火・爆発することがない、高性能な防爆型の可燃性ガスセンサを提供することを目

的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の請求項1の防爆型可燃性ガスセンサは、筒状ハウジング内に保持され、被測定ガス中の可燃性ガスを酸素と反応させた後の酸素量から可燃性ガス濃度を検出する可燃性ガス検出素子と、上記ハウジングの一端側から被測定ガス存在空間に突出する上記可燃性ガス検出素子先端部の外周囲を保護する耐熱性カバー体とを設けてなる。そして、上記カバー体を、通気孔を備えた内側カバーおよび外側カバーの二重構造とするとともに、上記外側カバーの通気孔を、上記内側カバー内で発生する火炎を上記通気孔の通過時に壁面による奪熱で消炎させる消炎構造となしたことを特徴とする。

【0009】上記可燃性ガス検出素子は、素子表面が高温になるために、可燃性ガス濃度が高いと発火するおそれがある。上記構成では、上記外側カバーの通気孔が消炎構造となしてあるので、仮に火炎が発生しても、火炎の熱が上記通気孔を通過する際に、壁面に奪われて火炎が消失し、単なる圧力波として上記外側カバーの外部へ伝播する。よって、火炎が上記被測定ガス存在空間の可燃性ガスに引火・爆発することはなく、安全に、かつ広い濃度範囲の可燃性ガスを精度よく検出することができる。従って、例えば、燃料蒸気処理システムの燃料蒸気濃度検出に好適に利用され、燃料噴射量の制御精度を大幅に向上できる。

【0010】請求項2の構成では、上記可燃性ガスがガソリン蒸気またはこれと同等以下の燃焼エネルギーの可燃性ガスであり、上記外側カバーの通気孔の相当直径D (mm) が、上記外側カバーの板厚をt (mm)、最高表面温度をT (°C) とした時に、下記式

$$D \leq (1.64 \times 10^{-1}) \cdot \log t - (1.43 \times 10^{-3}) \cdot T + 1.38$$

を満足するように設定する。

【0011】上記消炎効果を得るためには、上記外側カバーの通気孔の大きさ、すなわち相当直径D (動水半径×4) が小さく、上記通気孔を通過する間に火炎の熱を壁面で吸収できることが必要である。また、消炎可能な相当直径Dは、可燃性ガスの種類、上記外側カバーの板厚t、および最高表面温度Tにも影響される。例えば、可燃性ガスの種類がガソリン蒸気 (または同等のもの) の時には、上記式を満足する相当直径Dであれば、消炎効果が得られることが実験的に分かっており、これを基に上記外側カバーの通気孔の大きさを設定することで、火炎伝播を確実に防止することができる。

【0012】請求項3の構成では、上記可燃性ガスがブタンガスまたはこれと同等以下の燃焼エネルギーの可燃性ガスであり、上記外側カバーの通気孔の相当直径D (mm) が、上記外側カバーの板厚をt (mm)、最高表面温度をT (°C) とした時に、下記式

$$D \leq (1.64 \times 10^{-1}) \cdot \log t - (1.43 \times 10^{-3}) \cdot T + 1.58$$

を満足するように設定する。

【0013】可燃性ガスの種類がブタンガス (または同等のもの) の時には、上記式を満足するように、上記外側カバーの通気孔の大きさを設定することで、同様の消炎効果が得られ、火炎伝播を確実に防止することができる。

【0014】請求項4の構成では、上記可燃性ガス検出素子を、酸素イオン導電性固体電解質の表面に一对の電極を形成して、該一对の電極のうち一方を拡散抵抗手段を介して被測定ガスが導入される内部空間に露出した限界電流型の酸素センサ構造を有し、可燃性ガスの酸化反応による被測定ガス中の酸素濃度の変化から可燃性ガス濃度を検出するものとする。

【0015】上記一对の電極間に所定の電圧を印加すると、上記内部空間内の酸素濃度に応じた限界電流が流れる。この時、被測定ガスに可燃性ガスが含まれていると、可燃性ガスが酸化反応を起こした後の残留酸素濃度が検出されることになり、この酸素の変化量から被測定ガス中の可燃性ガス濃度を検出することができる。この限界電流型の酸素センサは、酸素濃度をほぼ0~100%の範囲で検出可能であり、可燃性ガスを広い濃度範囲で精度よく検出することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に基づいて説明する。図2は燃料蒸気処理システムの概略構成を示す図で、本発明の防爆型可燃性ガスセンサSは燃料蒸気濃度を検出するために用いられる。図中、自動車エンジンの燃焼室Eには、燃料タンクTから供給されるガソリン等の燃料がインジェクタIを介して噴射されるようになっている。燃料タンクTは通路51にてキャニスタCに連通し、燃料タンクT内の燃料蒸気は、該通路51からキャニスタCに送られて活性炭等の吸着材に一時的に吸着保持される。キャニスタCはバージ通路52によってスロットル弁53とサージタンク54間の吸気路に連通しており、エンジン運転時に吸気負圧を利用してキャニスタC内の燃料蒸気をバージする。燃料蒸気は、バージ通路52を経て吸気とともに燃焼室E内に導入され、インジェクタIから噴射される燃料とともに燃焼する。なお、図中、55はEGR通路である。

【0017】本発明の防爆型可燃性ガスセンサSは、サージタンク54内に配置されて被測定ガス中の可燃性ガス、すなわち吸気中の燃料蒸気濃度を測定する。図1に示すように、両端開口の筒状ハウジング1内には、可燃性ガス検出素子2が挿通保持され、ハウジング1より突出する検出素子2の先端部 (図の下端部) は、ハウジング1の下端に固定されるカバー体3内に収容されている。検出素子2の後端部 (図の上端部) 外周は大気カバー4で覆われている。ハウジング1は、下端部外周に形

成したねじ部によって、図2のサージタンク54壁に固定され、これにより、カバー体3および検出素子2の先端部が被測定ガスが存在する空間、すなわちサージタンク54内空間に位置する。

【0018】大気カバー4は筒状で、ハウジング1の上端開口に固定されており、検出素子2の後端部および該後端部に接続されるリード線41の外周を保護している。大気カバー4は上端部を二重筒状として、その内外筒の対向位置にそれぞれ大気口42、43を設けてあり、これら大気口42、43から大気カバー4内に基準酸素濃度ガスとなる大気を導入するようになしてある。

【0019】可燃性ガス検出素子2には、固体電解質の酸素イオン導電性を利用した限界電流式の酸素センサ構造を有するものが好適に使用される。可燃性ガス検出素子2は、試験管状に形成されたジルコニア固体電解質21と、その先端部近傍において内外周面の対向位置に設けた白金等の電極22、23とからなる。固体電解質21の外表面には、拡散抵抗手段として多孔質アルミナ等からなる拡散抵抗層（図略）が形成されており、外周側の電極23に拡散抵抗層を通過した被測定ガスが到達するようになしてある。一方、固体電解質21の中空部は大気カバー4内と連通し、大気口42、43より導入される大気が、内周側の電極22に到達するようになっている。固体電解質21の中空部にはヒータ24が収容され、その発熱部が固体電解質21の電極22、23に対向している。電極22、23は、固体電解質21表面に形成したリード部（図略）を通じてリード線41に接続される。

【0020】上記構成の可燃性ガス検出素子2の検出原理を説明する。被測定ガスは、拡散抵抗層を介して所定の拡散抵抗で外周側の電極23に到達する。一方、内周側の電極22は、中空部内に導入される基準酸素濃度ガスである大気と接触している。これら電極22、23間に、所定の電圧を印加すると、固体電解質21に、被測定ガス中の酸素濃度に応じた限界電流が流れる。この被測定ガスに可燃性ガスが混入した場合、可燃性ガスが電極23において酸化され、酸素が消費されるため、検出される酸素濃度は、可燃性ガスが酸化反応を起こした後の、残留酸素濃度となる。よって、この時の酸素の変化

量を検出することで、可燃性ガスの濃度を知ることができる。

【0021】カバー体3は、可燃性ガス検出素子2の保温および保護のために設けられ、図3～5に示すように、有底容器状の内部カバー31と外部カバー32の二重構造となっている。内部カバー31および外部カバー32は、熱伝導性および耐熱性に優れる金属材料、例えばステンレス等で構成され、側壁と底壁に被測定ガスの導入口または導出口となる複数の通気孔33、34をそれぞれ有している。

【0022】内部カバー31の通気孔33の配置や大きさは、内外のガス交換を良好に行い、応答性を確保できるように適宜設定することができる。本実施の形態では、図3、4のように、側壁にはハウジングに近い基端半部（A部）と先端半部（B部）において、それぞれ周方向の4か所に通気孔33を均等配置するとともに、底壁（C部）には中央部1か所に通気孔33を設けている。内部カバー31の通気孔33の大きさは、通常、1.5～2.0mm程度であり、ここでは、例えば、側壁で直径1.5mm、底壁で2.0mmとした。

【0023】外部カバー32の通気孔34の配置や大きさは、本発明の特徴部分であり、以下、詳細に説明する。外部カバー32の通気孔34は、内部カバー31内で発生した火炎が外部へ伝播してサージタンク54内を流通する燃料蒸気に引火するのを防止する、消炎孔として機能する。この効果を得るために、通気孔34の孔径は内部カバー31の通気孔33より小径としてあり、内部の火炎は通気孔34を通過する際に壁面に熱を奪われて消炎する。この消炎効果が得られる孔径は、火炎の燃焼エネルギー、すなわち可燃性ガスの種類と、外部カバー32の板厚および外部カバー32の表面温度によって異なるので、これらを考慮して孔径を適切に規定する必要がある。表1、表2は、それぞれ、板厚を0.5mm、0.03mmとした場合について、可燃性ガスとしてのガソリン蒸気およびブタンガスに対し種々の表面温度で消炎に必要な孔径（相当直径）を調べた結果である。

【0024】

【表1】

板厚 0.5mm

相当直径	ガソリン			ブタン		
	20℃	160℃	200℃	20℃	160℃	200℃
0.7	—	—	—	—	—	—
0.9	○	○	○	○	○	○
1.1	○	×	×	○	○	○
1.3	×	×	×	○	×	×
1.5	×	×	×	×	×	×

○: 消炎可能
×: 消炎不可能

【0025】

【表2】

板厚 0.03mm

相当直径	ガソリン			ブタン		
	20℃	160℃	200℃	20℃	160℃	200℃
0.7	○	○	○	○	○	○
0.9	○	×	×	○	○	○
1.1	×	×	×	○	×	×
1.3	×	×	×	×	×	×
1.5	×	×	×	×	×	×

○: 消炎可能
×: 消炎不可能

【0026】表1、2より、可燃性ガスの種類が同じであれば、板厚が薄く、表面温度が高いほど、消炎可能な孔径（相当直径）は小さくなっている。例えば、通常、絞り加工で製作される外部カバー32の板厚は、0.5mm程度であり、表面温度は、カバー表面に断熱のための処理をしない場合でも200℃程度であるから、この場合には、確実に消炎できる孔径（相当直径）は、ガソリン蒸気では、0.9mm以下となる。また、燃焼エネ

相当直径 $D = \text{動水半径} \times 4$

$$= (\text{流れの断面積} / \text{浸辺長}) \times 4 \quad \dots (1)$$

【0028】次に、この板厚および表面温度と消炎効果のより一般的な関係を調べた。図7(a)、(b)は、可燃性ガスをガソリン蒸気とし、外部カバー32の表面温度をそれぞれ20℃、160℃とした時の、板厚と消炎可能な孔径（相当直径）の関係を示したものである。このように、消炎可能な孔径（相当直径）は、外部カバ

$$\text{相当直径 } D \leq (1.64 \times 10^{-1}) \cdot \log t$$

$$- (1.43 \times 10^{-3}) \cdot T + 1.38 \quad \dots (2)$$

【0029】また、図8(a)、(b)は、可燃性ガスがブタンガスである場合であり、同様に、外部カバー32の板厚を t (mm)、最高表面温度を T (℃)とする、

$$\text{相当直径 } D \leq (1.64 \times 10^{-1}) \cdot \log t$$

$$- (1.43 \times 10^{-3}) \cdot T + 1.58 \quad \dots (3)$$

【0030】従って、外部カバー32においては、通気孔34の相当直径 D が、上記式(2)、(3)を満足す

ルギーがこれより小さいブタンガスでは、1.1mm以下であれば、消炎効果が得られることがわかる。

【0027】ここで、相当直径は、通気孔34の形状が円以外の場合、例えば、図6(a)、(b)に示す瓢箪形や矩形の場合にも、適用可能とするために導入したので、流れの断面積 S 、浸辺長 l を用いると、下記式(1)で与えられる。

—32の板厚と表面温度の関数で表されることがわかる。具体的には、可燃性ガスがガソリン蒸気である時、外部カバー32の板厚を t (mm)、最高表面温度を T (℃)とすると、相当直径 D (mm)が、下記式(2)を満足すれば、消炎孔として機能する。

と、相当直径 D (mm)が、下記式(3)を満足すれば、消炎孔として機能する。

るように設定することで、発生した火炎を確実に消炎して外部へ伝播するのを防止することができる。また、外

部カバー 3 2 の温度上昇を防ぐには、内部カバー 3 1 と外部カバー 3 2 の間に間隔を設けて配置するのがよい。これら内部カバー 3 1 と外部カバー 3 2 の間隔は、例えば、0.5～1mm 程度とする。なお、カバー体 3 内部の容積が大きいほど爆発で発生するエネルギーは増加するから、消炎可能な孔径には、厳密にはカバー体 3 内部の容積も影響するが、実際に、通常のカバー体 3 の約 3.3 倍程度まで、容積を変化させてその影響を調べたところ、結果はほぼ同等であり、通常、使用される範囲であれば、容積の影響はほとんどないと見なすことができる。

【0031】外部カバー 3 2 の通気孔 3 4 の孔数は、その総面積が、内部カバー 3 1 の通気孔 3 3 の総面積と同等ないしそれ以上となるように設定するのがよい。ただし、孔径が小さくなることで通気抵抗が増加するので、センサ応答性が低下するのを防止するには、外部カバー 3 2 の通気孔 3 4 の総面積を、内部カバー 3 1 の通気孔 3 3 の総面積より大きくすることが好ましい。また、カバー体 3 内に流入する吸気の流れは、基端側（図 3 の A 部側）から流入して底部（C 部）方向へ向かうことが分かっており、特に、外部カバー 3 2 の基端半部（A 部）の通気孔 3 4 を多くすると効果的である。この場合、好ましくは、基端側（A 部側）の通気孔 3 4 の数を増加させて、その総面積が同部位の内部カバー 3 1 の 1.5～2.5 倍程度となるようにすると、カバー体 3 内に滞留するガスを低減して、ガス交換をスムーズに行い、応答性を向上させることができる。

【0032】以上のように、本発明によれば、安全に、広い濃度範囲で精度よく可燃性ガス濃度を検出することができる。よって、例えば、燃料蒸気処理システムに適用されて、従来、直接検出されなかった、吸気中の燃料蒸気濃度の測定に利用することができるので、これを基に燃料噴射量の補正を行って、燃料噴射の制御精度を大幅に改善することができる。

【0033】なお、上記実施の形態では、試験管状の固体電解質を用いた可燃性ガス検出素子 2 を用いたが、平板状の固体電解質を積層した構成の可燃性ガス検出素子

を用いることもできる。また、可燃性ガスとして、上記したガソリン蒸気やブタンガス等以外にも種々の可燃性ガスの検出に適用できることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の防爆型可燃性ガスセンサの全体断面図である。

【図 2】本発明の防爆型可燃性ガスセンサを用いた燃料蒸気処理装置の全体構成図である。

【図 3】（a）は本発明の防爆型可燃性ガスセンサの正面図、（b）は要部側面図である。

【図 4】（a）は内側カバーの正面図、（b）は内側カバーの側面図である。

【図 5】（a）は外側カバーの正面図、（b）は外側カバーの側面図である。

【図 6】（a）、（b）は通気孔形状の他の例を示す図である。

【図 7】可燃性ガスがガソリンの時の板厚と消炎可能な相当直径の関係を示す図で、（a）は外側カバー表面温度が 20℃ の場合、（b）は外側カバー表面温度が 160℃ の場合を示す図である。

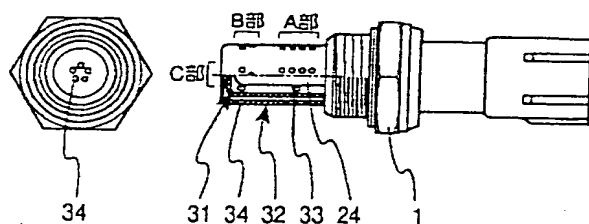
【図 8】可燃性ガスがブタンガスの時の板厚と消炎可能な相当直径の関係を示す図で、（a）は外側カバー表面温度が 20℃ の場合、（b）は外側カバー表面温度が 160℃ の場合を示す図である。

【図 9】従来の可燃性ガスセンサの全体断面図である。

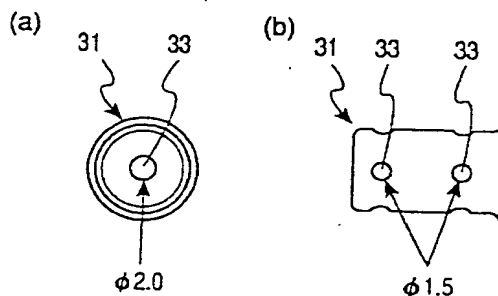
【符号の説明】

- 1 ハウジング
- 2 可燃性ガス検出素子
- 3 カバー体
- 3 1 内側カバー
- 3 2 外側カバー
- 3 3 通気孔
- 3 4 通気孔
- 4 大気カバー
- 4 1 リード線
- 4 2、4 3 大気口

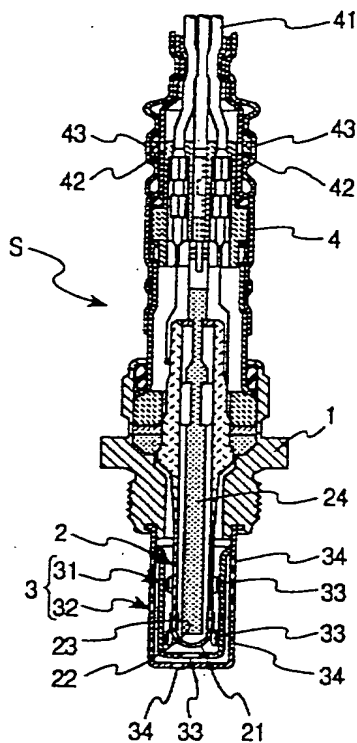
【図 3】



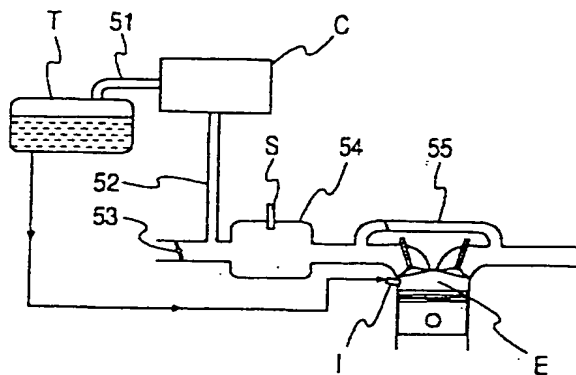
【図 4】



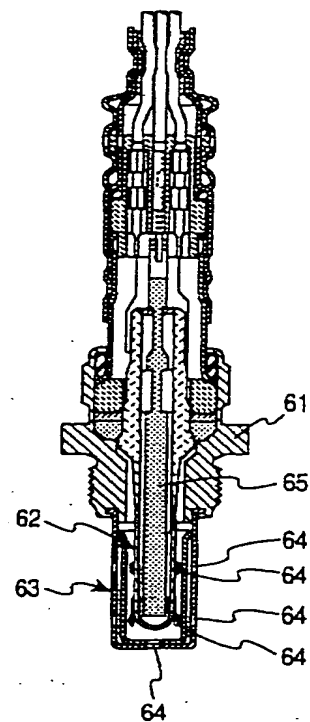
【図1】



【図2】

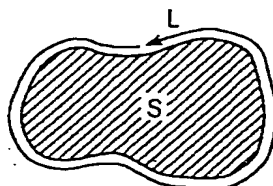


【図9】



【図6】

(a)



S: 流れの断面積

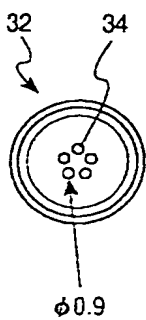
L: 浸辺長

$$\begin{aligned} \text{相当直径} &= \text{動水半径} \times 4 \\ &= (\text{流れの断面積} / \text{浸辺長}) \times 4 \end{aligned}$$

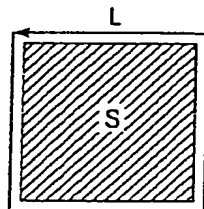
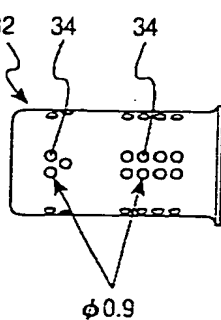
【図5】

(b)

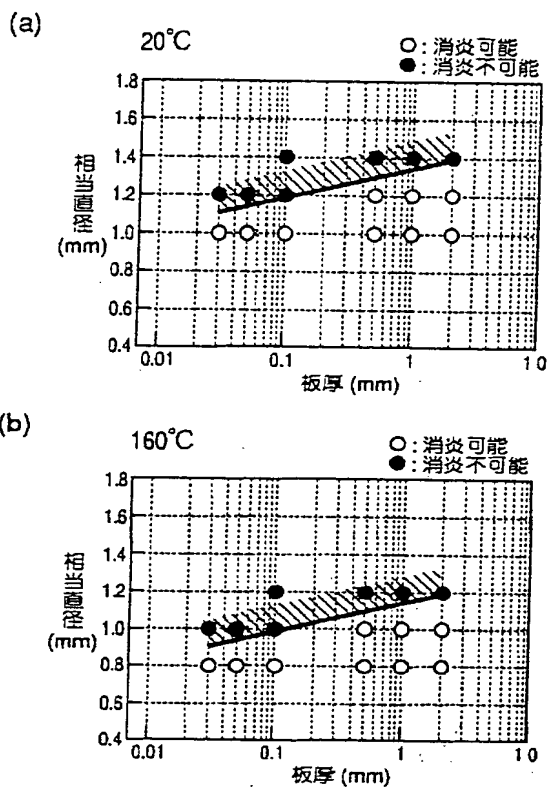
(a)



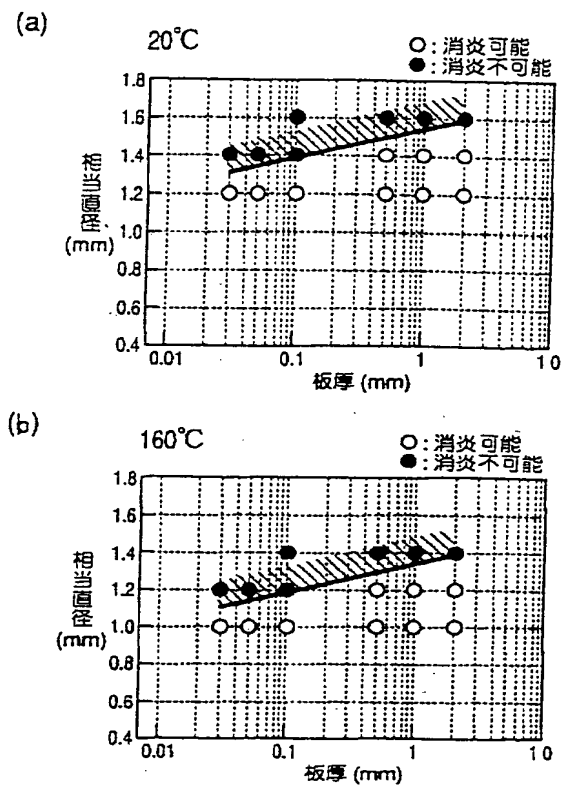
(b)



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72) 発明者 大山 尚久
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 大道 重樹
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 佐藤 文彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内